

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-125578

(43)Date of publication of application : 28.04.2000

(51)Int.Cl.

H02N 11/00

G04C 10/00

G04G 1/00

H01L 35/28

(21)Application number : 11-186364

(71)Applicant : CITIZEN WATCH CO LTD

(22)Date of filing : 30.06.1999

(72)Inventor : NAGATA YOICHI

(30)Priority

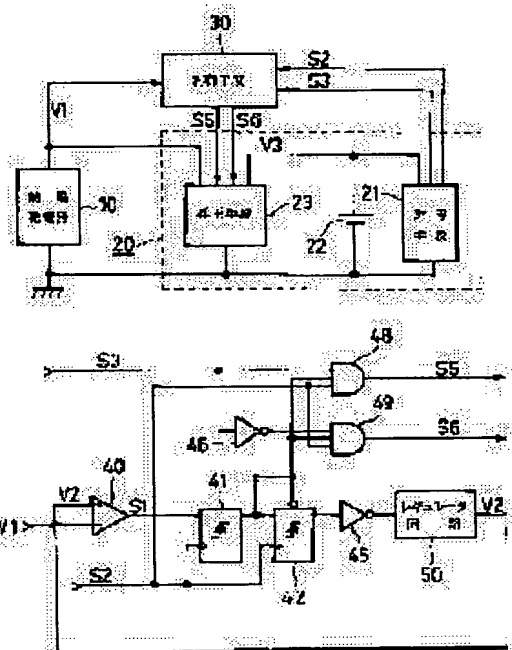
Priority number : 10187149 Priority date : 02.07.1998 Priority country : JP

## (54) ELECTROTHERMIC TYPE SYSTEM

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To make effective use of the generated energy of a thermoelectric generator by control feeding to a load means, by conducting optimum control of electric power supply to a load means, taking into consideration the effects of the Peltier effect on the generated voltage of the thermoelectric generator.

**SOLUTION:** This electrothermic type system is formed and a load means 20 using the generated power of a thermoelectric generator 10 involving a plurality of thermocouples connected in series electrically for the thermoelectric generator 10 and a control means 30 measuring the generated voltage V1 of the thermoelectric generator 10 and controlling the start and the stop of power supply to the load means 20 based thereon are connected to the thermal generator 10. When electric power is supplied continuously from thermoelectric generator 10 to the load means 20 for a prescribed time, the control means 30 serves as a corrective means for correcting and measuring the generated voltage. Therefore if the measured result of generated voltage by a comparison circuit 40 exceeds a comparison voltage twice continuously, the effects of the Peltier effect is considered to be nonnegligible, and the value of the comparative voltage V2 outputted by a regulator circuit 50 is reduced, the comparison circuit 40 corrects the reduced amount of the generated voltage V1 due to the effects of the Peltier effect to measure the generated voltage V1.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 ( J P )

(12) 公開特許公報 ( A )

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-125578  
( P2000-125578A )

(43) 公開日 平成12年 4 月28日 (2000. 4. 28)

| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号  | F I           | テマコード* (参考) |
|---------------------------|-------|---------------|-------------|
| H 0 2 N 11/00             |       | H 0 2 N 11/00 | A           |
| G 0 4 C 10/00             |       | G 0 4 C 10/00 | C           |
| G 0 4 G 1/00              | 3 1 0 | G 0 4 G 1/00  | 3 1 0 Y     |
| H 0 1 L 35/28             |       | H 0 1 L 35/28 | C           |

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 11 頁)

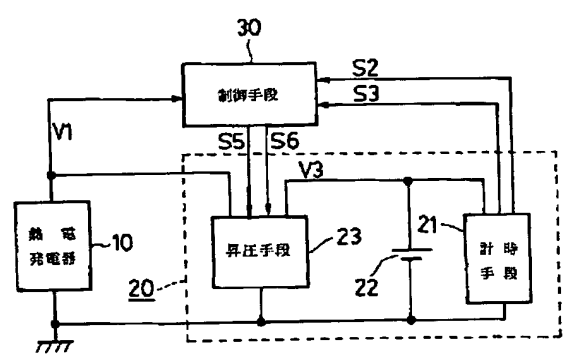
(21) 出願番号 特願平11-186364  
(22) 出願日 平成11年 6 月30日 (1999. 6. 30)  
(31) 優先権主張番号 特願平10-187149  
(32) 優先日 平成10年 7 月 2 日 (1998. 7. 2)  
(33) 優先権主張国 日本 ( J P )

(71) 出願人 000001960  
シチズン時計株式会社  
東京都新宿区西新宿 2 丁目 1 番 1 号  
(72) 発明者 永田 洋一  
埼玉県所沢市大字下富字武野840番地 シ  
チズン時計株式会社技術研究所内  
(74) 代理人 100080931  
弁理士 大澤 敬

(54) 【発明の名称】 熱電システム

(57) 【要約】

【課題】 熱電発電器の発電電圧に対するベルチェ効果の影響を考慮して、負荷手段への給電を最適に制御し、熱電発電器の発電エネルギーを効率的に利用する。  
【解決手段】 複数の熱電対を電気的に直列に設けた熱電発電器 1 0 に熱電発電器 1 0 の発電電力を利用する負荷手段 2 0 と、熱電発電器 1 0 の発電電圧 V 1 を計測して、それに応じて負荷手段 2 0 への電力の供給および供給停止を制御する制御手段 3 0 を接続して熱電システムを構成し、制御手段 3 0 に、熱電発電器 1 0 から負荷手段 2 0 へ所定時間以上連続して電力を供給したときには、発電電圧を補正して計測する補正手段を設ける。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の熱電対を電氣的に直列に設けた熱電発電器と、

該熱電発電器の発電電力を利用する負荷手段と、

前記熱電発電器の発電電圧を計測して、その発電電圧に応じて前記負荷手段への電力の供給および供給停止を制御する制御手段とからなり、

該制御手段に、前記熱電発電器から前記負荷手段へ所定時間以上連続して電力を供給したときには、前記発電電圧を補正して計測する補正手段を設けたことを特徴とする熱電システム。

【請求項 2】 前記制御手段は、前記負荷手段の動作を制御する手段を有することを特徴とする請求項 1 記載の熱電システム。

【請求項 3】 前記補正手段は、前記熱電発電器から前記負荷手段へ所定時間以上連続して電力を供給したときに流れる電流により生ずるヘルチェ効果によって前記熱電発電器の発電電圧が低下する分を、該発電電圧を補正して計測する手段である請求項 1 又は 2 記載の熱電システム。

【請求項 4】 前記制御手段は、前記熱電発電器の発電電圧を一定周期で間欠的に計測し、その計測中は前記熱電発電器から前記負荷手段への電力の供給路を遮断あるいは高抵抗状態にする手段を有する請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項記載の熱電システム。

【請求項 5】 前記制御手段は、前記一定周期での前記発電電圧の計測結果が設定値を超えていれば前記熱電発電器から前記負荷手段へ電力を供給させ、前記設定値以下であれば該負荷手段への電力の供給を停止させるように制御する請求項 4 記載の熱電システム。

【請求項 6】 前記補正手段は、前記計測結果が予め設定した回数だけ連続して前記設定値を超えたときを、前記熱電発電器から前記負荷手段へ所定時間以上連続して電力を供給したものとみなし、次回以降の計測時に前記発電電圧を補正して計測する請求項 4 記載の熱電システム。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、外部の温度差を利用して発電する熱電発電器によって発生した電力（電気エネルギー）を負荷に供給して、該負荷を作動させる熱電システムに関するものであり、特に熱電発電器に固有のヘルチェ効果の影響を補正して、熱電発電器から負荷への電力の供給を適切に制御する機能を備えた熱電システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】外部の温度差による熱エネルギーから熱電対を用いて発電し、その発電により得られる電気エネルギーを利用して電子時計などの電子機器を駆動する熱電システムがある。このような熱電システムを小型の携帯電

子機器に応用した従来の一例として、図 6 に示すような熱電発電器の発電電力で駆動される電子時計がある。

【0003】この電子時計は、熱電発電器 10 に負荷手段 20 を接続しており、熱電発電器 10 の発電電力を負荷手段 20 で利用可能な構成になっている。負荷手段 20 は、昇圧手段 23 と計時手段 21 と蓄電手段 22 とによって構成されている。昇圧手段 23 は熱電発電器 10 に接続されており、熱電発電器 10 の発電電圧を 2 倍に昇圧して出力する。

【0004】その昇圧手段 23 の出力側に、時計機能を有する計時手段 21 と 2 次電池である蓄電手段 22 とが並列に接続されており、昇圧手段 23 の昇圧出力で蓄電手段 22 を充電し、その充電した電力を計時手段 21 に供給するようになっている。さらに、熱電発電器 10 の発電電圧を検出するアンプ回路を用いた発電検出器 35 と、その検出電圧に応じて昇圧手段 21 の動作を制御する制御手段 36 とを設けている。

【0005】熱電発電器 10 は、熱電対を複数直列に接続して構成されており、この例の電子時計が腕時計である場合に、その腕時計の裏蓋に温接点側を接触させるとともに、その裏蓋から断熱されたケースに冷接点側を接触させるように配置される。そして、その腕時計の携帯時に、人の腕に密着する裏蓋と外気にさらされるケースとの間に生ずる温度差による熱エネルギーを電気エネルギーに変換する。

【0006】このような従来の熱電システムを応用した電子時計は、熱電発電器 10 による発電電圧が昇圧手段 23 によって昇圧された後に蓄電手段 22 に充電され、その充電した電気エネルギーによって計時手段 21 の運針動作等が行われる。

【0007】このとき、発電検出器 35 によって検知される熱電発電器 10 の発電電圧が所定の値を超えていると、制御手段 36 は、熱電発電器 10 の発電電力を利用可能であると判断して、昇圧手段 23 を動作させる信号を出力する。それによって、昇圧手段 23 が昇圧動作を開始し、熱電発電器 10 の発電電圧を昇圧して蓄電手段 22 を充電する。逆に、発電検出器 35 によって検知される熱電発電器 10 の発電電圧が所定の値を下回ると、制御手段 36 は昇圧手段 23 の昇圧動作を停止させ、熱電発電器 10 から負荷手段 20 への電力の供給を停止させると共に、蓄電手段 22 に充電した電気エネルギーが熱電発電器 10 側へ放出してしまうのを防止する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】このような従来の熱電システムにおいて、発電器として用いられる熱電発電器 10 は、温接点側に高い温度を与え、冷接点側に低い温度を与えると、ゼーベック効果によって発電し、発電電圧を出力する（なお、ゼーベック効果による発電電圧は熱起電力と呼ばれる）。特に、熱電発電器 10 が無負荷の場合は、熱電発電器 10 からは、それ自身の温-冷接

点間に生じている温度差に比例した発電電圧が得られる。

【0009】ところが、この熱電発電器10から電力を取り出すために負荷を接続すると、熱電発電器10から負荷に電流が流れるが、その電流によってゼーベック効果と逆の反応であるベルチェ効果が発生し、熱電発電器10に与えられている温度差を逆に小さくするような現象が起きる。すなわち、熱電発電器10から負荷に対して電流が流れると、冷接点側では発熱反応が発生し、温接点側では吸熱反応が発生する。このベルチェ効果によって、熱電発電器に生じる温度差が減少するため、熱起電力である発電電圧も減少してしまう。

【0010】しかし、従来の熱電システムは、このベルチェ効果による熱起電力の一時的な減少については考慮されておらず、その熱起電力の一時的な減少は、単に外部環境の温度変化によってもたらされるものとして扱われていた。

【0011】このため、上記のように熱電システムが熱電発電器の発電電圧の大きさによって昇圧手段の動作と停止を切替えるように構成されていると、発電電圧の値が検出しきい値の近傍である場合には、昇圧手段が動作と停止を繰り返してしまうという問題があった。すなわち、熱電発電器の発電電力の値に応じて接続されている負荷への電力の供給と停止を切替えるように構成されていると、負荷を動作させながら熱起電力を正確に測定することができなくなるため、結果的に熱電発電器の発電電力を効率良く利用できない場合があった。

【0012】この発明は、熱電システムにおける上記の問題を解決して、熱電発電器から負荷手段への電力の供給によってベルチェ効果が発生しても、熱電発電器の発電電圧に対するベルチェ効果の影響を補正しつつ、熱電発電器の発電エネルギーを効率的に利用できるようにすることを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】この発明による熱電システムは、上記の目的を達成するため、複数の熱電対を電気的に直列に設けた熱電発電器と、その熱電発電器の発電電力を利用する負荷手段と、熱電発電器の発電電圧を計測して、その発電電圧に応じて前記負荷手段への電力の供給および供給停止を制御する制御手段とからなり、その制御手段に、熱電発電器から負荷手段へ所定時間以上連続して電力を供給したときには、発電電圧を補正して計測する補正手段を設けたものである。

【0014】また、制御手段は、負荷手段の動作を制御する手段を有することもできる。さらに上記補正手段が、熱電発電器から負荷手段へ所定時間以上連続して電力を供給したときに流れる電流により生ずるベルチェ効果によって前記熱電発電器の発電電圧が低下する分を、該発電電圧を補正して計測する手段であるとよい。

【0015】また、上記制御手段は、上記熱電発電器の

発電電圧を一定周期で間欠的に計測し、その計測中は前記熱電発電器から前記負荷手段への電力の供給路を遮断あるいは高抵抗状態にする手段を有するものにするるとよい。

【0016】その場合、制御手段は、上記一定周期での発電電圧の計測結果が設定値を超えていれば熱電発電器から負荷手段へ電力を供給させ、設定値以下であれば該負荷手段への電力の供給を停止させるように制御するものとすることができる。

【0017】さらに、上記補正手段は、上記計測結果が予め設定した回数だけ連続して上記設定値を超えたときを、前記熱電発電器から上記負荷手段へ所定時間以上連続して電力を供給したものとみなし、次回以降の計測時に上記発電電圧を補正して計測する熱電システムとすることができる。

【0018】このように構成した熱電システムは、熱電発電器が負荷手段へ連続的に電力を供給するときに発生するベルチェ効果による発電電圧の低下に対して、その影響が無視できない状況のときには計測される熱起電力に補正を加え、本来の発電電圧に相当する電圧を想定して負荷への電力の供給および停止を制御することが可能になる。

【0019】したがって、ベルチェ効果が発生しても熱電発電器の発電電力を効率良く利用でき、ベルチェ効果に影響されることなく、熱電発電器が発電可能な電力を最大限利用することが可能な熱電システムを実現することが可能になる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、この発明による熱電システムの実施の形態について図面を用いて具体的に説明する。図1は、この発明による熱電システムの一実施形態である電子時計のシステム構成を示すブロック回路図である。図2はその電子時計の制御手段の具体的な回路構成を示す回路図、図3は昇圧手段の具体的な回路構成を示す回路図である。図4はその電子時計が腕時計である場合の内部構造の概略を示す断面図、図5はこの電子時計の動作を説明するための図1から図3における電圧および信号の波形図である。

【0021】【システム構成の説明：図1】まずはじめに、図1を用いてこの発明による熱電システムの一実施形態である電子時計のシステム構成について説明する。この実施形態の熱電システムは、図6によって前述した従来例と同様に、熱電発電器の発電電力を電力源としている電子時計である。なお、この電子時計内部の構成については後述する。

【0022】図1に示す電子時計は、熱電発電器10に負荷手段20を接続して、熱電発電器10が発電した電力を負荷手段20に供給して利用するように構成されている。さらに、熱電発電器10の発電電圧を計測して、その発電電圧に応じて負荷手段20への電力の供給およ

び供給停止を制御する制御手段 30 を設けている。

【0023】熱電発電器 10 は、図示はしていないが、多数の熱電対を電氣的に直列に接続したものであり、1℃の温度差を与えると約 1.5V の熱起電力が得られるものを想定している。この熱電発電器 10 は、熱電発電により得た起電力を発電電圧 V1 として出力する。

【0024】負荷手段 20 は、時計機能を有する計時手段 21 と、蓄電手段 22 および昇圧手段 23 から構成されている。

【0025】計時手段 21 は、図示はしないが、一般的な電子時計と同様に、水晶の発振周波数を少なくとも周期が 2 秒となる周波数まで分周し、さらにその分周信号をステッピングモータの駆動に必要な波形に変形する計時回路と、この計時回路の波形により回転駆動されるステッピングモータおよびステッピングモータの回転を輪列で減速して伝達し、時刻表示用の指針を回転駆動する時刻表示系とから構成されている。

【0026】この計時手段 21 は、上述した計時回路によって計測クロック S2 と昇圧クロック S3 とを発生し、計測クロック S2 と昇圧クロック S3 とをともに制御手段 30 へ入力させる。

【0027】計測クロック S2 は、ロウレベルとなる時間が 8 ミリ秒で周期が 2 秒となる波形の信号であって、昇圧クロック S3 の立ち上がりを受け、その直後に立ち下がるようになっている。昇圧クロック S3 は、周波数が 4 KHz の矩形波である。なお、計測クロック S2 と昇圧クロック S3 の波形の生成は、簡単な波形合成で可能であるため、その生成回路についての詳しい説明は省略する。

【0028】この実施の形態では、計測クロック S2 がロウレベルとなる時間は、昇圧手段 23 が昇圧を停止する時間にもなっているが、この昇圧停止時間が設定されているのは次の理由による。

【0029】すなわち、昇圧手段 23 の昇圧動作により流れる電流の影響によって、熱電発電器 10 の端子に現れる電圧が実際の発電可能な電圧よりも低下するため、後述する比較回路 40 が発電電圧 V1 を計測する間とその直前において、比較回路 40 が誤計測をしないように昇圧手段 23 を停止させる目的で設定したものである。この昇圧停止時間は、熱電発電器 10 の内部インピーダンスと昇圧手段 23 の容量負荷による時定数で適宜決定する。

【0030】蓄電手段 22 は、リチウムイオンによる 2 次電池であるが、説明を簡単にするため、充放電の量によらず、端子電圧が常時 1.8V の一定値をとるものとする。

【0031】昇圧手段 23 は、簡単のため 2 組のコンデンサの接続状態を切り替えて入力電圧を 2 倍に昇圧する昇圧回路とする。この昇圧手段 23 は、入力側には熱電発電器 10 が接続され、出力側には蓄電手段 22 と計時

手段 21 が並列に接続されている。この昇圧手段 23 は、制御手段 30 から出力される昇圧制御信号 S5 と S6 を入力し、熱電発電器 10 から入力される発電電圧 V1 を昇圧して蓄電手段 22 と計時手段 21 に出力する。なお、その回路および作用の詳細な説明は後述する。

【0032】熱電発電器 10 の負極と昇圧手段 23 の負極と蓄電手段 22 の負極は、すべて接地している。なお、この実施形態においては、この電子時計を携帯した場合に通常得られる電圧方向を順方向とし、そのとき温まる側を温接点と称し、冷える側を冷接点と称す。さらに、そのとき高い電位が現れる方の端子を「正極 (+)」とし、低い電位が現れる方の端子を「負極 (-)」とする。

【0033】制御手段 30 は、熱電発電器 10 の発電電圧 V1 を計測し、その発電電圧 V1 の値に応じて昇圧制御信号 S5、S6 によって昇圧手段 23 の動作を制御し、熱電発電器 10 から負荷手段 20 への電力の供給および供給停止を制御する。この制御手段 30 の具体的な構成および作用は、後に詳しく説明する。

【0034】なお、上記の計時手段 21 の計時回路と昇圧手段 23 のコンデンサ以外の部分および制御手段 30 などの回路群は、一般的な電子時計と同様に、すべて同一の集積回路上に構成することができる。

【0035】〔制御手段の説明：図 2〕次に、図 2 を用いて図 1 に示した電子時計における制御手段の構成とその作用について詳細に説明する。

【0036】制御手段 30 は、図 2 に示すように、電圧計測手段としてのオペアンプによる比較回路（コンパレータ）40 と、第 1 のフリップフロップ回路 41 および第 2 のフリップフロップ回路 42 と、第 1 のインバータ 45 および第 2 のインバータ 46 と、第 1 のアンドゲート 48 および第 2 のアンドゲート 49 と、レギュレータ回路 50 とによって構成されている。

【0037】比較回路 40 は、その非反転入力端子 (+) への入力電圧が反転入力端子 (-) への入力電圧を超えるとハイレベルの信号を出力し、非反転入力端子への入力電圧が反転入力端子への入力電圧と等しいかこれを下回る場合には、ロウレベルの信号を出力する。

【0038】そして、この比較回路 40 の非反転入力端子には熱電発電器 10 の正極を接続して発電電圧 V1 を入力し、反転入力端子にはレギュレータ回路 50 の出力端子を接続して、その出力電圧を比較電圧 V2 として入力する。また、その出力端子を第 1 のフリップフロップ 41 のデータ入力端子に接続し、発電電圧 V1 を比較電圧 V2 と比較して、上述のようにその比較結果（計測結果）に応じたハイレベルまたはロウレベルの信号 S1 を出力し、それを第 1 のフリップフロップ 41 のデータ入力端子に入力させる。

【0039】第 1 のフリップフロップ回路 41 は、電源投入時に出力がリセットされるデータタイプのフリップ

フロップ回路であり、また第2のフリップフロップ回路42は反転リセット入力付きのデータタイプのフリップフロップ回路である。そして第1のフリップフロップ回路41の出力端子が第2のフリップフロップ回路42のデータ入力端子に接続され、第1のフリップフロップ回路41と第2のフリップフロップ回路42とが直列に接続されている。

【0040】また、第1のフリップフロップ回路41と第2のフリップフロップ回路42のクロック入力端子には、それぞれ計時手段21からの計測クロックS2が入力される。そして、各フリップフロップ回路41、42は、計測クロックS2の波形の立ち上がりを受けてデータ入力端子の信号の保持および出力を行なう。さらに第2のフリップフロップ回路42のリセット入力端子にも、第1のフリップフロップ回路41の出力端子を接続している。

【0041】第1のインバータ45の入力端子は、第2のフリップフロップ回路42の出力信号を入力して、それを反転して出力する。また、第2のインバータ46は、計時手段21からの昇圧クロックS3を入力し、それを反転して出力する。

【0042】第1のアンドゲート48には、計時手段21からの計測クロックS2と昇圧クロックS3、および第1のフリップフロップ回路41の出力信号が入力され、第1のアンドゲート48は、これら3つの信号の論理積を第1の昇圧信号S5として出力する。

【0043】第2のアンドゲート49には、計時手段21からの計測クロックS2と、第1のフリップフロップ回路41の出力信号、および第2のインバータ46の出力信号（昇圧クロックS3の反転信号）が入力され、第2のアンドゲート49は、これら3つの信号の論理積を第2の昇圧信号S6として出力する。

【0044】レギュレータ回路50は、比較電圧発生回路であって、2つの電圧レベルのうちの1つを選択して、出力端子から比較電圧V2を出力するように構成されている。すなわち、入力端子に第1のインバータ45からハイレベルの信号を入力すると、0.9Vの比較電圧V2を出力し、ロウレベルの信号を入力すると0.81Vの比較電圧V2を出力する。

【0045】なお、レギュレータ回路50の比較電圧V2は通常0.9Vに設定してある。この電圧値は、熱電発電器10の発電電圧V1が0.9Vより大きい値となるときは、端子電圧が1.8Vの蓄電手段22に対し、発電電圧V1を2倍に昇圧して出力すれば所望の充電電流が得られることを考慮して設定したものである。また、0.81Vは、ヘルチェ効果の影響を補正する時に出力する比較電圧V2の電圧値であって、これについては後に詳しく説明する。

【0046】〔昇圧手段の説明：図3〕次に、図3を用いて図1に示した電子時計における昇圧手段の構成とそ

の作用について説明する。この図3に示す昇圧手段23は、第1の昇圧スイッチ91、第2の昇圧スイッチ92、第3の昇圧スイッチ93、および第4の昇圧スイッチ94と、第1の昇圧コンデンサ101および第2の昇圧コンデンサ102とから構成されている。

【0047】第1の昇圧スイッチ91は、Nチャンネル型の電界効果トランジスタ（FET）であり、第2の昇圧スイッチ92と第3の昇圧スイッチ93および第4の昇圧スイッチ94は、いずれもPチャンネル型FETである。

【0048】第1の昇圧スイッチ91は、ドレイン端子に第1の昇圧コンデンサ101の負極を接続し、ソース端子を接地している。そして、ゲート端子に入力される制御手段30からの昇圧制御信号S5によってオン/オフ制御される。

【0049】第3の昇圧スイッチ93は、ソース端子に第1の昇圧コンデンサ101の正極を接続し、ドレイン端子に熱電発電器10の正極を接続して発電電圧V1を入力する。そして、第1の昇圧スイッチ91と同様に、ゲート端子に入力される制御手段30からの昇圧制御信号S5によってオン/オフ制御される。

【0050】また第2の昇圧スイッチ92は、ソース端子に熱電発電器10の正極を接続して、ドレイン端子に第1の昇圧コンデンサ101の負極を接続している。そしてゲート端子に入力される制御手段30からの昇圧制御信号S6によってオン/オフを制御される。

【0051】第4の昇圧スイッチ94は、ソース端子を蓄電手段22の正極に接続し、ドレイン端子に第1の昇圧コンデンサ101の正極を接続している。そして、第2の昇圧スイッチ92と同様に、ゲート端子に入力される制御手段30からの昇圧制御信号S6によってオン/オフを制御される。

【0052】第1の昇圧コンデンサ101および第2の昇圧コンデンサ102は、前述の集積回路の外付け要素であり、容量はともに0.22μFとしている。第2の昇圧コンデンサ102は、熱電発電器10の端子電圧安定化の目的で、熱電発電器10に並列に接続している。そして、第4の昇圧スイッチ94のソース端子からは昇圧出力V3が出力されるが、これを蓄電手段22に充電させる。

【0053】昇圧手段23は、以上のように構成されているので、制御手段30からの昇圧制御信号S5、S6によって、各昇圧スイッチ91、92、93、94のオン/オフ状態を切換えることにより、次のように動作する。

【0054】まず、第1の昇圧スイッチ91と第3の昇圧スイッチ93が共にオン状態にあると、このとき熱電発電器10と第1の昇圧コンデンサ101とが並列接続となり、熱電発電器10の発電電圧によって第1の昇圧コンデンサ101が充電され第1の昇圧コンデンサ10

1の正極の電圧は発電電圧とほぼ同じになる。なお、第2の昇圧コンデンサ102は、常時熱電発電器10と並列に接続されており、その正極の電圧は熱電発電器10の発電電圧とほぼ同じになっている。

【0055】その後、第1の昇圧スイッチ91と第3の昇圧スイッチ93がオフ状態にされ同時に第2の昇圧スイッチ92と第4の昇圧スイッチ94がオン状態になると、熱電発電器10と第2の昇圧コンデンサ102との並列回路と、第1の昇圧コンデンサ101とが直列に接続された状態になるため、負荷が接続されない無負荷状態では、熱電発電器10の発電電圧に第1の昇圧コンデンサ101の端子電圧を加えた電圧、すなわち発電電圧の2倍の電圧が、第4の昇圧スイッチ94のドレイン端子に昇圧出力として得られる。

【0056】【電子時計の構造の説明：図4】上述した電子時計が腕時計である場合の内部構造の一例を図4に示す。この電子時計は、上面部に風防ガラス60を嵌め込んだ金属製のケース61と、金属製の裏蓋62とを断熱材63を介して嵌合させて一体化し、内部に密閉空間を形成している。その密閉空間の周辺部に、環状に形成された多数の熱電対からなる熱電発電器10を配置し、その内側に時計針、分針、および秒針からなる時刻表示用の指針群66を回転駆動するムーブメント65を配設している。

【0057】熱電発電器10は、温接点側を腕に装着されたとき体温で加熱される裏蓋62の内面に密着させ、冷接点側を空気で冷却されるケース61の内面に密着させている。ムーブメント65には、図1に示した負荷手段20と制御手段30が内蔵されており、負荷手段20における計時手段21の計時回路からの駆動波形の信号により回転駆動されるステッピングモータにより、それぞれ輪列を介して指針群66の各指針が回転される。

【0058】その計時回路と、昇圧手段23の第1、第2の昇圧コンデンサ101、102以外の回路、および制御回路30は、前述したように同一の集積回路(1C)に形成されて、ムーブメント65内に設けられる。

【0059】【熱電システムの動作の説明：図1から図3、図5】次に、図1から図3および図5を用いて、上述した電子時計すなわちこの発明による熱電システムの一実施形態の動作について説明する。

【0060】以下の説明では、蓄電手段22に蓄えられている電気エネルギーは計時手段21を駆動するのに十分な量があるものとし、かつ蓄電手段22の端子電圧は充電電圧によらず常に1.8Vを維持しているものとする。そして、蓄電手段22がこの状態にあるときは、計時手段21は動作可能であり、通常の計時動作および運針動作を行うものとする。そして、制御手段30にも電源が投入された状態になっている。

【0061】このとき、制御回路30の図2に示した第1のフリップフロップ回路41は、電源投入により保持

データがリセットされた状態、つまりロウレベルの信号を出力する。すると、第1のアンドゲート48と第2のアンドゲート49は、その第1のフリップフロップ回路41から出力されるロウレベルの信号を入力するため昇圧制御信号S5、S6として常にロウレベルの信号を出力する。したがって、図3に示した昇圧手段23は、全ての昇圧スイッチ91~94がオフになって動作を停止した状態となっている。

【0062】また、制御手段30の第2のフリップフロップ回路42は、第1のフリップフロップ回路41のロウレベルの出力信号を入力するため、保持データおよび出力信号がリセットされる。したがって、その出力信号はロウレベルになり、レギュレータ回路50に入力する第1のインバータ45の出力信号はハイレベルになるので、レギュレータ回路50は比較電圧V2として0.9Vの電圧を出力する。

【0063】さて、この熱電システムである電子時計が熱電発電器10の両端に温度差があまり発生しないような環境下に置かれ、発電電圧V1が0.9Vを下回り、0.85V程度になったと仮定する。すると、制御手段30の図2に示した比較回路40は、0.85V程度になった発電電圧V1と0.9Vの比較電圧V2とを比較して、 $V1 < V2$ と判定し出力信号(計測出力)S1をロウレベルにする(図5参照)。

【0064】一方、第1のフリップフロップ回路41に入力される計測クロックS2は、図4に示すようにその波形が2秒周期でハイレベルからロウレベルに立ち下がり、8ミリ秒後に立ち上がる、すなわち、(2秒-8ミリ秒)間のハイレベルと8ミリ秒間のロウレベルを交互に繰り返す。

【0065】第1のフリップフロップ回路41は、この計測クロックS2の立ち上りの時に計測出力S1を取り込む。そして、計測出力S1がロウレベルのときは、そのロウレベルの計測出力S1を取り込むことによって、出力をロウレベルに維持する。したがって、第1のアンドゲート48および第2のアンドゲート49には、いずれも初期化時と同様そのロウレベルの信号が入力され続ける。そのため、昇圧信号S5およびS6もロウレベルを継続し、結果として昇圧手段23は昇圧停止状態のままとなる。

【0066】やがて、熱電発電器10の両端に約0.67℃ほどの温度差が発生し、発電電圧V1が0.9Vを上回って1.0Vになると仮定する。すると、制御手段30の図2に示した比較回路40は、1.0Vになった発電電圧V1と0.9Vの比較電圧V2とを比較して、 $V1 > V2$ と判断してその出力信号(計測出力)S1をハイレベルにする(図5参照)。

【0067】計測出力S1がハイレベルとなることによって、計測クロックS2の波形が2秒周期でハイレベルからロウレベルに立ち下がり、その8ミリ秒後に立ち



上がる際に、第1のフリップフロップ回路41はハイレベルの計測出力S1を取り込んで、出力をハイレベルにする。それによって、第2のフリップフロップ回路42はリセット状態が解除されてデータの取り込み待ちの状態となる。

【0068】また、第1のフリップフロップ回路41の出力がハイレベルとなると、第1のアンドゲート48は、昇圧クロックS3と計測クロックS2の論理積に相当する波形を昇圧制御信号S5として出力する。同様に第2のアンドゲート49は、昇圧クロックS3の反転信号と計測クロックS2の論理積に相当する波形を昇圧制御信号S6として出力する。

【0069】このとき、昇圧制御信号S5とS6は、図4に示すように、それぞれ周波数が4KHzの昇圧クロックS3と同じ周期でハイレベルとローレベルを交互に繰り返し、かつ、昇圧制御信号S5がハイレベルのときには昇圧制御信号S6がローレベルとなり、昇圧制御信号S5がローレベルのときには昇圧制御信号S6がハイレベルとなる。すなわち、昇圧制御信号S5とS6は互いに位相が反転した信号になる。

【0070】この昇圧制御信号S5とS6は、いずれも昇圧手段23が昇圧動作を行うよう設定した波形の信号である。そして、前述の昇圧手段23の構成および動作として説明した通り、昇圧手段23にこの波形の昇圧制御信号S5とS6が入力されると、計測クロックS2がハイレベルとなっている間、昇圧手段23が発電電圧V1の2倍の電圧を出力できるような昇圧動作を行う。

【0071】すなわち、熱電発電器10が発電を開始した後に0.9Vより大きい発電電圧が発生すれば、昇圧手段23が昇圧動作を開始して蓄電手段22に対して充電することになる。これにより、熱電発電器10から負荷手段20への給電が開始されることになる。

【0072】その後、熱電発電器10の両端に0.67℃の温度差が発生可能な環境が継続していると、その間に再び計測クロックS2の波形は立ち下がる。すると、計測クロックS2がローレベルとなっている8ミリ秒の間は第1のアンドゲート48および第2のアンドゲート49の出力である昇圧制御信号S5およびS6もローレベルになるので、昇圧手段23の昇圧動作が一時停止となる。

【0073】そして、計測クロックS2が8ミリ秒後に立ち上がる際、第1のフリップフロップ回路41は、依然ハイレベルとなっている計測クロックS1を取り込んでハイレベルの信号を出力する。第2のフリップフロップ回路42は、計測クロックS2が立ち上がる直前まで第1のフリップフロップ回路41が保持していたハイレベルの出力信号を取り込んでリセットされ、出力信号をローレベルにしているが、この時その出力信号をハイレベルに変更して出力する。

【0074】第2のフリップフロップ回路42の出力信

号がハイレベルになると、第1のインバータ45がそれを反転してローレベルの信号をレギュレータ回路50に入力させる。それによって、レギュレータ回路50は、比較電圧V2を0.9Vから0.81Vに変更して出力する。このとき、第1のフリップフロップ回路41の出力はハイレベルとなっているので、計測クロックS2が立ち上がると、その後再び昇圧制御信号S5とS6が図4に示すように出力され、昇圧手段23が昇圧動作を継続する。

10 【0075】さらに、熱電発電器10に同様に0.67℃の温度差が発生可能な環境が継続していると、上記と同様に再び計測クロックS2の波形は、立ち上がってから2秒後に立ち下がり、昇圧手段23は一時的に停止する。

【0076】このとき、熱電発電器10は、これまでの間約4秒間（計測クロックS2の約2周期間）連続して負荷手段20に給電し、昇圧手段23を介して蓄電手段22への充電電流あるいは計時手段21に電流を流し続けていることになる。このため、熱電発電器10は、その電流によるベルチェ効果の影響を受けてその両端に生じている温度差が実質的に減少し、発電電圧V1が図5に破線で示すように徐々に低下している。

20 【0077】そのため、計測クロックS2がローレベルとなる間、熱電発電器10は昇圧手段23から切り離された無負荷状態になり、負荷手段20への電流は流れなくなるにもかかわらず、温度差は急には回復しないため、発電電圧V1として、0.67℃の温度差で生じる熱起電力1.0Vよりも低い例えば0.9Vが現れる。

【0078】発電開始直後に0.9Vの発電電圧が現れたときは、昇圧手段23の昇圧動作を停止する状態を継続することになるが、このときには、制御手段30が上述したようにベルチェ効果の影響による電圧の低下分を見込んで、予め前回の発電電圧計測の時に於いて、レギュレータ回路50が出力する比較電圧V2を0.81Vに変更している。

【0079】すなわち、制御手段30は、熱電発電器10が所定時間以上連続して電力の供給を行なったとき、この例では比較回路40による発電電圧の計測結果が2回連続して比較電圧を超えたとき、ベルチェ効果による影響が無視できなくなっているとみなして、レギュレータ回路50が出力する比較電圧V2の値を下げ、比較回路40がベルチェ効果の影響による発電電圧V1の低下分を補正して発電電圧V1を計測するようにしている。この機能がこの発明における「補正手段」に相当する。

40 【0080】そのため、今回の計測時における熱電発電器10の発電電圧V1が0.9Vであったとしても、図2における比較回路40は、その0.9Vの発電電圧V1を0.81Vの比較電圧と比較して計測するので、出力信号（計測出力）S1はハイレベルを継続して出力する。したがって、計測クロックS2が立ち上がる際には

第1のフリップフロップ回路41の出力信号は再びハイレベルになる。それによって、計測クロックS2がハイレベルである間は、昇圧制御信号S5およびS6は、図5に示すように昇圧手段23を昇圧動作させる波形の信号として継続して出力される。

【0081】このように、この実施形態では、一定時間（約4秒間）以上連続して昇圧手段23が昇圧動作を継続している場合には、ベルチェ効果の影響により発電電圧V1が0.9Vに低下するが、それでも、実際の熱電発電器10には1.0Vに相当する電圧を発電する能力があるものとみなし、制御手段30が昇圧手段23の昇圧動作を停止させることなく、熱電発電器10から負荷手段20への給電を継続するように制御する。

【0082】次に、昇圧手段23がこのように昇圧動作を継続している間に環境が変化して、熱電発電器10の両端に0.6℃の温度差しか生じない環境になってしまったとする。この温度差は、熱電発電器10が無負荷であれば、発電電圧V1が0.9Vとなる温度差である。

【0083】このとき、上記同様にして計測クロックS2の波形が再び立ち下ると、昇圧手段23は一時的に昇圧動作を停止するが、今度は計測クロックS2の波形がロウレベルとなっている間でも、熱電発電器10にはベルチェ効果による影響が残っているため、制御手段30の比較回路40に入力される実際の発電電圧V1は、上述した0.9Vよりも低い0.81V程度の電圧になる。

【0084】そのため、比較回路40は、0.81Vの発電電圧V1と0.81Vの比較電圧V2とを比較して、 $V1 \leq V2$ と判断して出力信号（計測出力）S1をロウレベルで出力するので、計測クロックS2が立ち上がる際には第1のフリップフロップ回路41の出力はハイレベルからロウレベルとなる。

【0085】そして、第1のフリップフロップ回路41の出力がロウレベルになると、制御手段30は電源投入時と同様に初期化された状態となる。すなわち、昇圧制御信号S5およびS6は図5の右端部分に示すようにロウレベルに固定される。また、第2のフリップフロップ回路42も保持データがリセットされ、さらにレギュレータ回路50は比較電圧V2として再び0.9Vの電圧を出力するようになる。

【0086】このとき、電源投入時と同様に制御手段30から出力される昇圧制御信号S5およびS6がロウレベルに固定されることによって、昇圧手段23は昇圧動作を停止した状態を継続する。

【0087】したがって、この電子時計が置かれた環境によって、熱電発電器10の発電電力によって実質的に負荷手段20に給電できない状態のときには、制御手段30が昇圧手段23の動作を停止させて、熱電発電器10からの給電を停止させ、蓄電手段22に充電された電気エネルギーが熱電発電器10に逆流しないようにする。

このとき、蓄電手段22に充電された電気エネルギーによって計時手段21に給電し、その動作を継続させる。

【0088】上記の説明で明らかであるが、この実施形態の熱電システムである電子時計は、熱電発電器10の発電電圧V1が昇圧して利用できる所定レベルの電圧値になると、熱電発電器10の発電電圧を負荷手段20に給電し、昇圧手段23によって昇圧して蓄電手段22に充電する。その後、連続して一定時間（上記の例では計測クロックS2の2周期である4秒）以上給電を継続しているときは、熱電発電器10の発電電圧V1を補正して計測し、発電電圧V1が上記所定レベルを下回っていても昇圧手段23の昇圧動作を継続させる。そして、熱電発電器10の発電電圧V1が上記所定レベルよりも低い値に設定した別のレベルを下回った場合に、昇圧手段23の昇圧動作を停止させて、負荷手段20への給電を停止させるように動作する。

【0089】また、これまでの動作説明でとくに触れなかったが、熱電発電器10の発電電力を連続して取り出さないような場合、すなわち、熱電発電器10の発電電圧V1が昇圧充電可能なレベルであることを計測した直後に、環境の変化によって発電電圧V1が低下し、制御手段30の比較回路40が計測出力S1をロウレベルにするような場合には、次の計測により第1のフリップフロップ回路41の出力が直ちにロウレベルになるため、制御手段30は電源投入時と同様の初期状態となり、補正動作は行わない。

【0090】なお、この実施の形態では、熱電発電器10の発電電圧V1を補正するにあたって、熱電発電器10から負荷手段20に4秒間以上連続して給電したことを条件としたが、この補正をするための条件となる時間は、電子時計内の熱電発電器10が設置される温接点部や冷接点部の熱伝導構造や熱容量、さらには外部との熱伝達構造などに応じて適宜変更して設定するとよい。

【0091】さらに、この実施の形態では、発電電圧の計測時の補正は、単に比較回路40における比較電圧（しきい値）を変化させることによって行っているが、ベルチェ効果は、熱電発電器10から流れる電流量によって、その効果の大きさが変化する場合がある。そのような場合、熱電発電器10から流れる電流値を計測する手段を別に設けるとともに、その計測した電流値に応じて制御手段30が補正する電圧を予め設定しておくことによって、ベルチェ効果の大きさを考慮した補正を行なえるさらに柔軟な熱電システムを実現することができ

る。

【0092】また、この実施の形態においては、負荷手段として、昇圧手段23を用いた2次電池（蓄電手段22）の充電回路が主な負荷となる負荷手段20を例に挙げて説明したが、負荷手段はこれに限定されることはなく、熱電発電器10の発電電力を利用して動作する負荷であればどのような電子機器であっても応用可能であ

る。

【0093】例えば、上述した実施の形態では利用しなかったが、昇圧倍率を変化させることが可能な昇圧手段を用いた負荷手段とする場合が考えられる。この場合、発電電圧V1の変化に応じて適切な昇圧倍率を選択させるため正しい発電電圧V1の計測が必要となるが、この発明はそのような場合にも問題なく適用可能である。

【0094】その他、発電電圧V1の電圧値を液晶表示するときなどのように様々な応用例が考えられる。この場合でも、熱電発電機の発電電圧を二値化した値を得るためにアナログ・デジタル変換(A/D変換)回路を利用してA/D変換した出力信号に、この発明による補正を加えるようにすればよい。ただしこの場合は、A/D変換回路が発電計測手段に相当するが、制御手段はA/D変換出力に補正を加えて処理するだけでよく、A/D変換回路の動作自体は変更しなくてもよい。

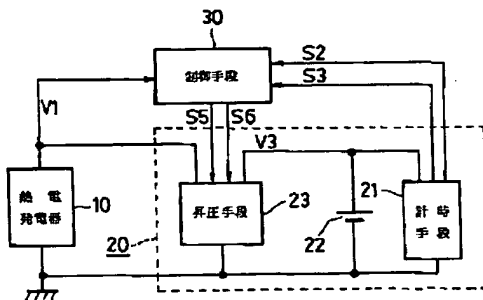
【0095】

【発明の効果】以上説明してきたように、この発明による熱電システムによれば、熱電発電機が負荷電流を流し続けることより発生するベルチェ効果による発電電圧の低下を補正して計測することにより、熱電発電機の発電電圧に応じて負荷手段への電力の供給および供給停止を最適に制御でき、負荷手段は、熱電発電機の発電電力を最も有効に利用することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明による熱電システムの一実施形態である電子時計のシステム構成を示すブロック回路図である。

【図1】



\*【図2】図1における制御手段の具体的な回路構成を示す回路図である。

【図3】図1における昇圧手段の具体的な回路構成を示す回路図である。

【図4】図1の電子時計が腕時計である場合の内部構造の概略を示す断面図である。

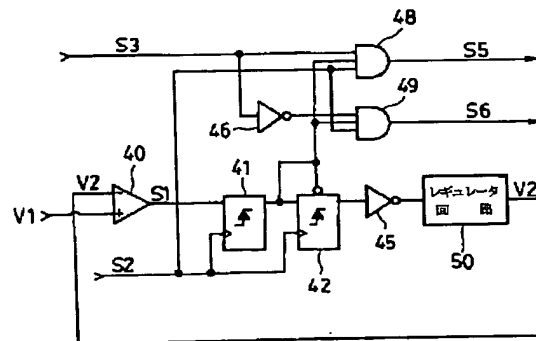
【図5】図1から図3に示した電子時計の動作を説明するための各部の電圧および信号の波形図である。

【図6】従来の熱電システムの構成例を示すブロック回路図である。

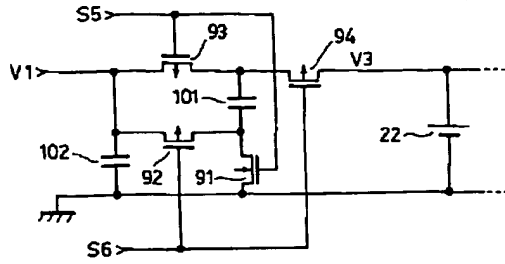
【符号の説明】

- |                    |          |
|--------------------|----------|
| 10: 熱電発電機          | 20: 負荷手段 |
| 21: 計時手段           | 22: 蓄電手段 |
| 23: 昇圧手段           | 30: 制御手段 |
| 40: 比較回路(発電電圧計測手段) |          |
| 41: 第1のフリップフロップ回路  |          |
| 42: 第2のフリップフロップ回路  |          |
| 45: 第1のインバータ       |          |
| 46: 第2のインバータ       |          |
| 48: 第1のANDゲート      |          |
| 49: 第2のANDゲート      |          |
| 91: 第1の昇圧スイッチ      |          |
| 92: 第2の昇圧スイッチ      |          |
| 93: 第3の昇圧スイッチ      |          |
| 94: 第4の昇圧スイッチ      |          |
| 101: 第1の昇圧コンデンサ    |          |
| 102: 第2の昇圧コンデンサ    |          |

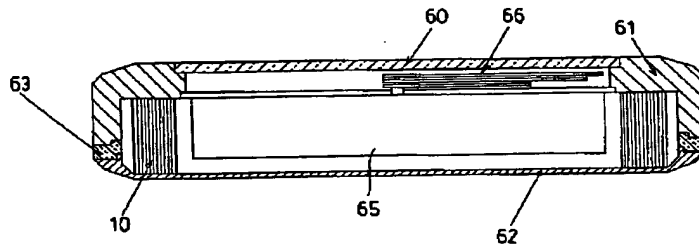
【図2】



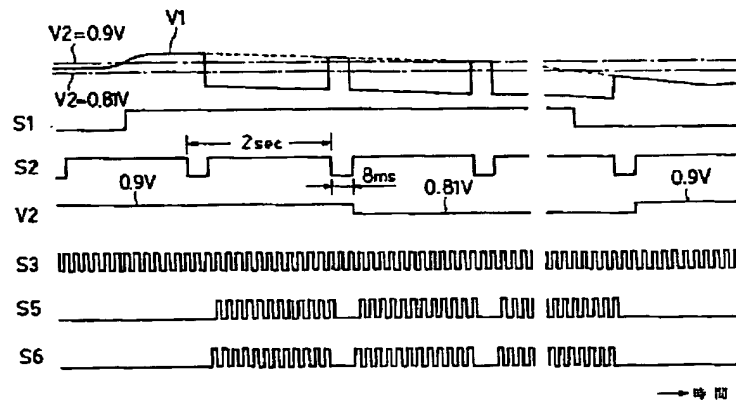
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

